

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique 16/07-534

Mur en maçonnerie

Masonry wall

Mauerwerk Wand

Parement à Joints Vifs®

Relevant des normes **NF EN 771-1 et NF EN 998-2**

Titulaire : WIENERBERGER SAS
8 rue du CanalAcheheim
F-67087 STRASBOURG CEDEX 2

Tél. : 03 90 64 64 64
Fax : 03 90 64 64 61
Internet : www.wienerberger.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 16

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 19 octobre 2007



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Finitions - Aspect

L'épaisseur réduite des joints donne aux façades réalisées selon ce procédé un aspect particulier, qui reste toutefois proche de celui de maçonneries apparentes d'éléments de même nature que ceux utilisés pour la réalisation de maçonneries traditionnelles apparentes.

2.22 Durabilité - Entretien

Les matériaux constitutifs des murs en partie courante (brique, mortier) ne posent pas de problème de durabilité intrinsèque.

Les profilés et autres accessoires métalliques utilisés, présentent une durabilité satisfaisante pour cet emploi.

L'épaisseur minimale prévue pour la paroi extérieure permet d'escompter une résistance aux chocs satisfaisante y compris en façade exposée à rez-de-chaussée.

Dans ces conditions, la durabilité globale des murs de PAREMENT A JOINTS VIFS MURS peut être estimée équivalente à celle de maçonneries traditionnelles de même nature placées dans les mêmes conditions d'exposition.

2.23 Mise en oeuvre

Elle est laissée au soin des entreprises de construction, moyennant l'assistance technique de la société WIENERBERGER SAS.

2.3 Cahier des prescriptions techniques

2.31 Prescriptions de conception

Les prescriptions suivantes doivent être respectées :

- La liaison entre murs doit être assurée par des attaches dont la nature, la section et le nombre minimal doit être conformes à celles décrites dans le DTU 20.1 ;
- Les épaisseurs minimales de la lame d'air entre les deux parois sont celles données dans le DTU 20.1, en fonction de la position de l'isolation thermique dans le mur ;
- une vérification de la stabilité aux chocs est nécessaire en cas d'allège de largeur supérieure à 5,70 m, en appliquant une énergie de choc mou de 400 joules au sens de la norme P 08-302.
- la longueur des pans de mur ne doit pas excéder 12 m dans tous les cas où le repos de la paroi extérieure n'est pas assuré à chaque niveau sur le plancher de l'étage. Dans le cas contraire, cette longueur maximale pourra être portée à 24 m sous réserve de justifications particulières. Ces dernières consistent à vérifier la tenue des pattes de maintien sous l'effet des sollicitations alternées engendrées par les dilatations de la paroi maçonnée (critère de non dépassement de la contrainte admissible pour l'acier considéré, sous un déplacement relatif de calcul : $\Delta = 50 \cdot 10^{-5} L$, L étant la distance de la patte considérée au pôle de dilatation du pan de maçonnerie considéré) ; en considérant l'axe médian du panneau ainsi délimité comme axe de dilatation. Cette extension à 24 m ne vaut que pour les régions humides et tempérées au sens du DTU 20.1.
- Les consoles de supportage doivent être en acier inoxydable, et comporter des raidisseurs au droit des points de fixation au mur support. Elles doivent également être munies de dispositifs anti-glissement réglables en hauteur.
- Ces consoles doivent être fixées au support dans des parties en béton et à l'aide de chevilles en acier inoxydable bénéficiant d'un agrément technique européen.
- L'entraxe de ces chevilles est à déterminer au cas par cas en fonction des caractéristiques du projet. Le principe de vérification est donné dans l'annexe au dossier technique établi par le demandeur. Il doit en outre être vérifié que la déformabilité de ces consoles et de leur support ne dépasse pas le 1/500^{ème} de la portée entre points de fixation.
- L'emploi d'éléments de terre cuite nécessite des dispositions particulières résultantes de leurs caractéristiques de dilatation à l'humidité à moyen et long termes. Afin d'éviter des efforts trop importants sur la structure, la liaison entre la partie supérieure de la paroi extérieure et le reste de l'ouvrage doit être assurée par l'utilisation de dispositions adaptées permettant une libre dilatation de la paroi extérieure.

2.32 Utilisation en zone sismique

Pour l'utilisation du procédé en zone sismique, la section et le nombre des attaches métalliques entre murs doivent être tels qu'ils permettent d'équilibrer les efforts dus à l'action sismique, évaluée à partir de la relation $\sigma = 1,8 \cdot a_n / g$, a_n étant la valeur de l'accélération nominale et g l'intensité de la pesanteur. Ces attaches doivent être disposées à l'horizontale, avoir une raideur identique en traction et en compression, et être ancrées mécaniquement dans les parois intérieures et extérieures.

En cas de parement extérieur supporté par des consoles métalliques, celles-ci doivent être disposées à chaque niveau de plancher.

Le remplissage des joints verticaux est en outre obligatoire dans ce cas.

2.33 Prescriptions concernant la mise en oeuvre

- Les consoles de supportage de la paroi extérieure doivent être ancrées par chevillage dans des éléments en béton armé ;
- Si les panneaux isolants se situent dans la lame d'air, les attaches de liaison entre murs doivent être réparties uniformément sur la surface en tenant compte des dimensions de ces derniers ;
- Les attaches doivent être scellées au fur et à mesure du montage dans le mortier des joints horizontaux.
- En cas de montage de la maçonnerie à joints verticaux filants, les joints horizontaux doivent être munies d'armatures métalliques de renfort, conformes à la norme NF EN 845-3 comme indiqué dans le dossier technique.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

Validité :

jusqu'au 31 juillet 2010

*Pour le Groupe Spécialisé n°16
Le Président*

E. DURAND

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il s'agit d'un procédé de mur double en maçonnerie apparente de petits éléments perforés de terre cuite, montés à joints minces. Ce procédé est destiné à la réalisation de murs non porteurs constituant la paroi extérieure d'un mur double.

Bien que les produits de terre cuite soient montés à joints minces, les tolérances dimensionnelles sont les mêmes que celles décrites dans la norme NF EN 771-1.

Les essais de compatibilité brique-mortier réalisés au CSTB donnent des résultats satisfaisants mais montrent que les faces maçonnées des briques doivent être humidifiées avant la pose.

Le dossier technique décrivant le procédé de maçonnerie proprement dit et non les dispositifs de supportage des murs, des prescriptions techniques spécifiques ont été données par le Groupe en cas de pose des murs Parement Joints Vifs sur des consoles métalliques, qui doivent être conçues et dimensionnées en conséquence.

Les linteaux sont réalisés soit à l'aide de maçonneries armées dans les joints horizontaux, avec briques liaisonnées par des armatures disposées dans les joints verticaux, soit à l'aide de profilés métalliques laissés ou non apparents.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n° 16*

N. RUAUX

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'emploi

Le procédé PAREMENT A JOINTS VIFS® est un système de maçonnerie en briques pleines ou perforées de terre cuite destinées à rester apparentes montées à joints d'épaisseur réduite (entre 3 et 7 mm). Les joints verticaux (1 à 3 mm) seront laissés vides dans le cas d'un appareillage traditionnel. Ils seront remplis dans le cas d'un appareillage à joints alignés ou pour une application en zones sismiques.

Ce procédé est destiné à la réalisation de murs non porteurs constituant la paroi extérieure d'un mur double (ou mur manteau).

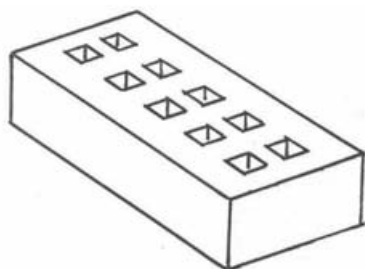
Tous les types de constructions courantes sont visés : maisons individuelles, bâtiments de logements en collectif, bâtiments pour bureaux, pour constructions scolaires, et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole.

2. Matériaux et éléments constitutifs

2.1 Briques

Les briques apparentes sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 771-1 COMPIL (Briques HD) complétée par la norme NF P 12-021-2 dit « Complément national ». Le niveau d'attestation de conformité dans le cadre du marquage CE est 2+.

Les briques apparentes utilisées proviennent des usines du groupe WIENERBERGER.



2.2 Mortiers de Hourdage

Les mortiers utilisés pour l'exécution des joints sont des mortiers industriels performants dont les caractéristiques répondent aux spécifications de la norme NF EN 998-2 et marqués CE (Type de mortier : mortier de joints minces T).

Les caractéristiques des mortiers utilisables sont données dans le tableau suivant :

Producteur	Desvres	Maxit/ Bea-mix
Appellation	Mortier pour JOINTS VIFS	391/392
Présentation	poudre	Poudre
Résistance à la compression à 28 j	≥ 15 MPa	≥ 15 MPa
Résistance à la traction par flexion	5 MPa	5 MPa
Adhérence à 28 j	≥ 0.5 MPa	≥ 0.5 MPa
Rétention d'eau	91.7%	92.2%
Masse volumique	±1550 kg/m ³	±1870-2050

mique			kg/m ³
Taux de gâchage	de	26 %	23 %

3. Caractéristiques environnementales

Les caractéristiques environnementales des briques de parement sont synthétisées par le tableau d'impacts environnementaux, extrait de la fiche de déclaration environnementale collective du produit conforme à la norme XP 01-010 : « Fiche de communication environnementale sur les produits de construction, les produits de parement. Octobre 2005 ».

Unité Fonctionnelle (UF) : Assurer le parement d'un mètre carré de mur d'un bâtiment pendant une annuité.

Durée de vie totale (DVT) : 100 ans.

Le tableau récapitulatif des principales caractéristiques environnementales est donné en annexe.

4. Fabrication- Contrôles

4-1. Schéma général de production

- Extraction des matières premières.
- Stockage des matières premières.
- Dosage et broyage des mélanges.
- Homogénéisation et stockage intermédiaire des mélanges.
- Humidification, filage et coupage.
- Séchage avant cuisson par ventilation régulée en température et humidité.
- Cuisson à haute température selon un cycle régulé automatiquement.
- Dépilage et conditionnement des produits par palettisation et housage.

4-2. Marquage

Les produits de parement sont identifiés par l'étiquette CE fournie dans les palettes.

4-3. Contrôles

Contrôles de fabrication

- Contrôle quotidien des dosages.
- Contrôle des cylindres de broyage et rectification si nécessaire.
- Contrôle continu du séchage des briques avant cuisson : la température et le taux d'humidité sont enregistrés par des sondes couplées à un automate de régulation.
- Contrôle continu du cycle de température le long du four de cuisson. La courbe de température est enregistrée par des sondes couplées à des automates de régulation.

Contrôles sur produits

- Contrôles hebdomadaire de la masse volumique apparente sèche et des dimensions.
- Essais et contrôles de conformité dans le cadre du Contrôle de Production Usine et de la norme NF EN portant sur les :
 - Aspect,
 - Eclatement.
 - Taux initial d'absorption d'eau.
 - Absorption d'eau,
 - Résistance à la compression.

- Dilataion à l'humidité.
- Résistance au gel

5. Mise en oeuvre

5-1. RECONNAISSANCE DES SUPPORTS

Il est impératif que l'entreprise de pose prévoi le mode de fixation des consoles de supportage et des attaches de liaison en fonction du type de mur et d'ossature (élément creux, plein, neuf, ancien...), de façon à déterminer avec le fabricant de fixation :

- le type de fixation adaptée
- l'entraxe de fixation des consoles de supportage en tenant compte du poids de la maçonnerie et de la résistance admissible à l'arrachement des fixations.

5-2. POSE DES BRIQUES.

La Société Wienerberger SAS apporte une assistance sur chantier aux entreprises qui découvrent le procédé.

5.12 Outillage

Outre l'outillage traditionnel du maçon (règle, niveau, maillet en caoutchouc,.....) la mise en oeuvre du procédé nécessite l'utilisation :

- soit un mélangeur rotatif monté sur une perceuse pour le gâchage du mortier permettant une pose à l'aide :
- d'un rouleau applicateur pour une pose précise et régulière du mortier. Le rouleau comprend un réservoir distributeur .
- d'une « poche à mortier » pour une pose manuelle.



- soit d'une machine à coller constituée d'un mélangeur, d'une pompe, d'un tuyau et d'un pistolet pour une pose mécanique : une quantité d'eau mesurée est versée dans le mélangeur puis la poudre ; un mélange rapide est effectué puis une rotation lente est maintenue pendant le transport du mortier par la pompe vers le pistolet.

5.13 Principe de pose en partie courante

Le mur extérieur sera supporté par la fondation ou si besoin par un corbeau en béton armé ou une console métallique dimensionnée en conséquence (cf. DTU 20.1)

L'assise du premier rang de briques est réalisée sur un lit continu de mortier permettant un réglage précis du premier rang de briques à l'aide de la règle, du niveau et du maillet en caoutchouc.

Les rangs suivants sont posés au mortier en croisant les briques d'une assise sur l'autre.

Le mortier est déposé en deux boudins, de sorte qu'après la pose de la brique supérieure le mortier se trouve de 0,5 à 1 cm en retrait de la surface de la façade.

Pour faciliter la pose, une cordelette nylon d'un diamètre correspondant à l'épaisseur de joint retenue est positionnée tendue côté parement.

5-3. REALISATION DES OUVRAGES.

5.31 murs porteurs

Les ouvrages structuraux (maçonnerie intérieure) seront exécutés conformément au DTU 20.1 « Ouvrages en maçonnerie de petits éléments-parois et murs », au DTU 23-1 « Travaux de Bâtiment- Murs en béton banché »

5.32 parois extérieures

La maçonnerie PAREMENT A JONTS VIFS ® est conçue conformément aux spécifications du CCT du DTU 20.1, § 3,42 « murs doubles ».

Dans le cas d'une pose traditionnelle (joints verticaux décalés d'une assise sur l'autre), le nombre d'attaches reliant les deux parois sera de 5/m².

Dans le cas d'une pose à joints décroisés (joints verticaux alignés) aux attaches seront ajoutées des armatures de renfort dans les joints horizontaux (1 barre toutes les 4 assises)

5-4. REALISATION DES BAIES.

Les linteaux sont réalisés soit à l'aide de consoles métalliques de supportage (figure 1), soit à l'aide d'armatures de type Murfor noyées dans les joints horizontaux (figure 2). Les sous-faces de linteaux peuvent être habillées à l'aide de briques maintenues par des armatures métalliques ancrées dans le linteau et noyées dans les joints verticaux.

Les appuis de baies sont réalisés en béton armé préfabriqué ou en tôle laquée.

5.5 DISPOSITIONS PARASISMQUES.

Le procédé PAREMENT A JOINTS VIFS ® permet la mise en oeuvre des dispositions parasismiques conformément aux normes NF P 06-013 et NF P 06-014. Dans ce cas les briques sont jointoyées verticalement.

Les attaches reliant les deux parois seront rigides et disposées horizontalement afin de pouvoir reprendre des efforts de traction et de compression.

B. Résultats expérimentaux

1. Essais sur mortier

Rapport d'essais CSTB EEM 06 26002273 du 10 novembre 2006

Essais sur pâte :

Taux de gâchage : 26%

Masse volumique : 1550 kg/m³

Consistance (n° du calibre) : 12

Rétention d'eau : 91,7%

Période d'ouvrabilité : > 8h10 min

Temps ouvert : 7 min

Essais sur produit durci

Masse volumique

Résistance en traction à 28 jours : 2,25 MPa

Résistance en compression à 28 jours : 10,00 MPa

Module d'élasticité dynamique à 7 jours : 6825 MPa

Module d'élasticité dynamique à 28 jours : 8850 MPa

2. Essais sur briques

Rapport d'essais CSTB EEM 06 26002273 du 10 novembre 2006

	Moyenne	Ecart type
Longueur (mm)	22,5	0,1
Largeur (mm)	10,5	0,0
Hauteur (mm)	5,5	0,1
Masse volumique (kg/m ³)	2075	34
Résistance en compression verticale (MPa)	102,0	2,9
Résistance en compression horizontale (MPa)	47,0	8,5

3. Essais sur assemblages

Rapport d'essais CSTB EEM 06 26002273 du 10 novembre 2006

	Moyenne	Ecart type
Adhérence en traction directe (MPa)	0.73	0.11
Adhérence en traction par flexion (MPa)	1.1	0.3

4. Essais d'arrachement sur tige et mortier Wienerberger

Rapport d'essais CTMNC 201407308 d'avril 2007

12 essais d'arrachement ont été réalisés sur des assemblages constitués de briques Wienerberger, de mortier Wienerberger fabriqué par la Société Desvres et de tiges métalliques fabriquées par la Société Bever. Les résultats obtenus sont les suivants :

Moyenne : 208 daN, écart type : 19 daN

Mode de rupture : rupture de la tige métallique sans descellement de cette dernière.

5. Essais sur murets

Rapport d'essais CSTB EEM 06 26002273 du 10 novembre 2006

Résistance en compression sur série de 5 murets :

Moyenne : 11,7 MPa ; écart type : 1,6 MPa

C. Références

Depuis 1995, plusieurs dizaines de chantiers ont été réalisés selon le principe du PAREMENT A JOINTS VIFS ® en Belgique et en Hollande par Wienerberger.

En France quelques chantiers ont été réalisés :

Type	lieu	Taille (m ²)
Gymnase	Gennevilliers	1000
Ecole primaire	Paris 19 ^{ème}	
Groupe scolaire	Champigny (94)	700
Ecole d'architecture	Paris 13 ^{ème}	2300
Logements	Paris 13 ^{ème}	650
Bureaux	Ollainville (91)	400

ANNEXE : accessoires métalliques

Les accessoires métalliques (attaches de liaison, linteaux, consoles de supportage et armatures de renfort) sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 845-1 « Spécification pour composants accessoires de maçonnerie »

Attaches reliant deux murs parallèles

Elles sont en acier inoxydable austénitique. Leurs diamètres dépendent de la largeur de la lame d'air qu'elles traversent :

- lame d'air ≤ 50 mm, diamètre minimal de la partie centrale : 3 mm ;
- lame d'air > 50 mm, diamètre minimal de la partie centrale : 4 mm .

La partie de l'attache noyée dans la maçonnerie à joints Vifs ® sera d'une épaisseur de 0,6 mm minimum et elle sera crantée ou striée afin d'améliorer l'adhérence.

Un treillis en acier protégé contre la corrosion présentant des garanties équivalentes peut-être utilisé. La longueur totale de l'attache est fonction des épaisseurs des murs et de la lame d'air ainsi que du mode d'ancrage dans les murs. L'ancrage dans le mortier doit atteindre au moins le milieu du mur dans lequel elle est ancrée. L'ancrage par fixation mécanique dans le mur porteur est admis (vis et cheville par exemple) . Une telle fixation doit supporter une charge d'arrachement de 5 daN au moins.

Les attaches devront comporter un dispositif coupe-larmes et un dispositif de maintien de l'isolant, dans le cas où la lame en contient.

Note : Les deux fonctions peuvent être remplies par un seul organe, une plaquette ou rondelle, éventuellement en matériau polymère, ayant un profil adapté.

Consoles de supportage.

Les consoles sont en acier inoxydable austénitique et conformes à la NF EN 845-1. Elles sont fabriquées à partir de plats (pliés et/ou soudés). Le dimensionnement des consoles est réalisé par le fabricant de celles-ci à la demande de l'entreprise de briqueage. L'étude tient compte de différents facteurs : poids du mur, présence ou non d'un isolant dans la lame d'air, hauteur du bâtiment, détails architecturaux, et est validée par le Bureau de Contrôle.

Le choix de l'attache et de sa fixation dépendent des charges et du support en béton armé et doivent être conformes aux indications du fabricant.

La méthode de dimensionnement consiste à vérifier que la force d'arrachement de la console A reste inférieure à la résistance à l'arrachement admissible déterminée par essais.

Cette force A est évaluée par la formule suivante

$$A = \sqrt{P^2 + Z^2}$$

Avec :

P : poids de la maçonnerie à supporter entre 2 consoles

Z : force de traction horizontale résultant des effets du poids propre de la maçonnerie et des caractéristiques géométriques de la console.

On prendra généralement $Z = P * (v + \frac{e}{2} + 1.5cm) / d$

avec :

v : distance entre le nu extérieur du mur support et le nu intérieur de la paroi supportée ;

e : épaisseur de la paroi supportée

d : distance verticale entre l'axe de la cheville et le bas de la console.

Armatures de renfort dans les joints horizontaux.

Les armatures de renfort commercialisées par la société BEKAERT sont disposées dans l'épaisseur des joints de montage (horizontaux). Elles doivent être en acier et conformes à la NF EN 845-3. Elles sont d'une épaisseur de 2 mm.

Les armatures seront constituées de plats longitudinaux reliés par des fils soudés. La section minimale d'une armature sera de 20 mm² en acier Fe E 500 (ou équivalent).

En élévation de façade courante, et à condition que l'armature soit à une distance minimale de 25 mm de la paroi extérieure des éléments, les armatures auront une protection de zinc de classe D selon la NF EN 10244-1/2. Si cet enrobage n'est pas possible on utilisera soit des armatures avec la protection de zinc de classe D complétée par un revêtement organique, soit des armatures avec une protection de zinc de classe A.

En exposition sévère (acrotère, garde-corps exposé, surfaces de rejaillissement, soubassement, mur sous-terre) et à condition que l'armature soit à une distance minimale de 25 mm de la paroi extérieure des éléments, les armatures auront soit une protection de zinc de classe D selon la NF EN 10244-1/2 complétée par un revêtement organique, soit des armatures avec une protection de zinc de classe A.

Si cet enrobage n'est pas possible on utilisera des armatures en acier inoxydable austénitique.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Caractéristiques environnementales et sanitaires

Impact environnemental	Unité	Valeur
Consommation de ressources énergétiques (total)	MJ/UF	5,21
Consommation d'énergie renouvelable		0,41
Consommation d'énergie non renouvelable		4,79
Consommation d'eau	Litre/UF	2,82
Déchets valorisés	kg/UF	0,000079
Déchets éliminés	kg/UF	
Déchets dangereux		0,00000538
Déchets non dangereux		0,000150
Déchets inertes		1,81
Déchets radioactifs(*)		0,00000287
Changement climatique	kg équivalent CO ₂ /UF	0,431
Acidification atmosphérique	kg équivalent SO ₂ /UF	0,0020
Pollution de l'air	m ³ /UF	22,79
Pollution de l'eau	m ³ /UF	13,95
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	kg équivalent CFC 11/UF	0
Formation d'ozone photochimique	Kg équivalent éthylène/UF	0,0000140
Atteinte à la biodiversité	Les carrières d'argile, étant à ciel ouvert, provoquent une modification provisoire du paysage. Néanmoins, elles sont réaménagées au fur et à mesure de l'exploitation.	

(*) dus à la production française d'électricité.

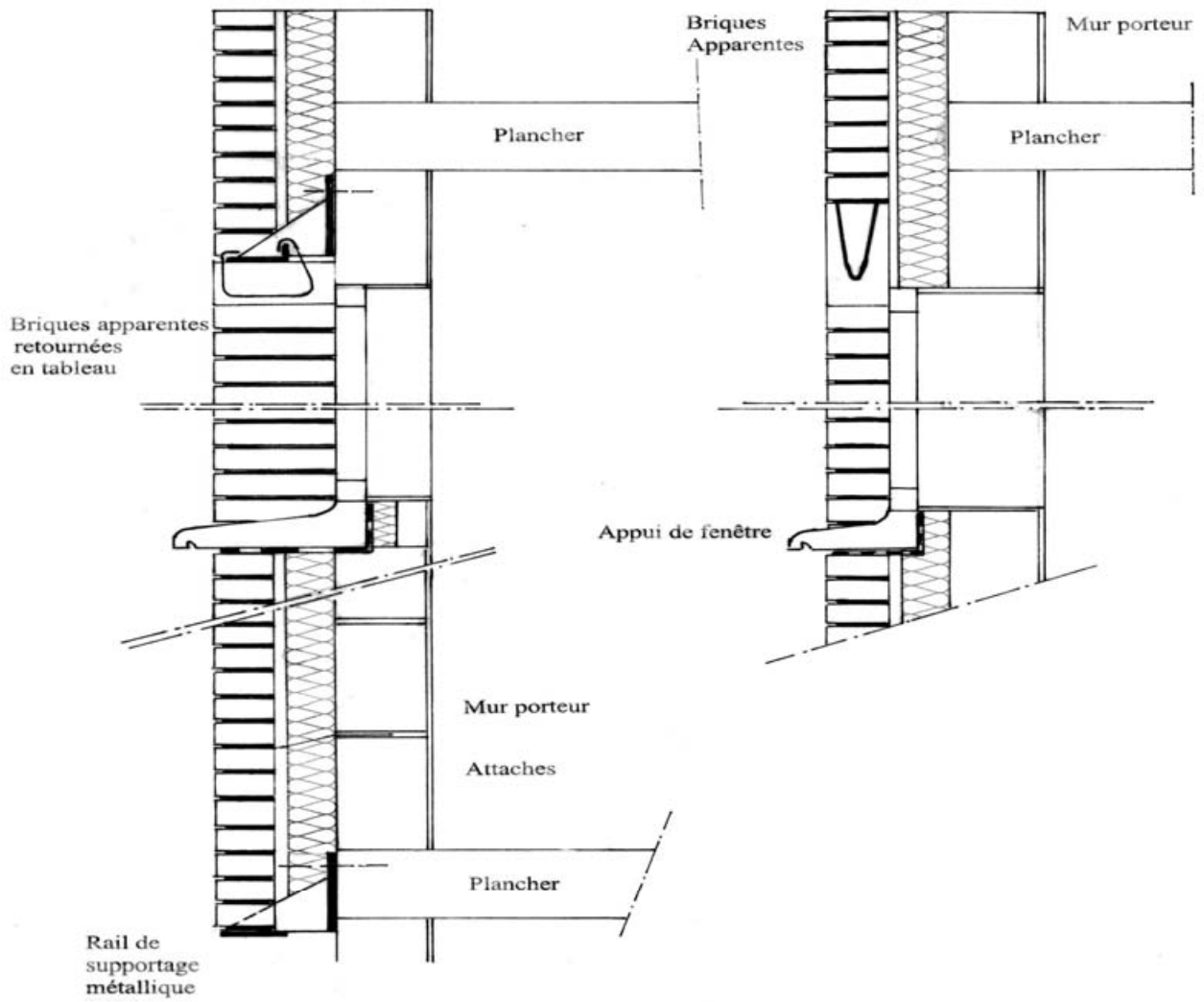
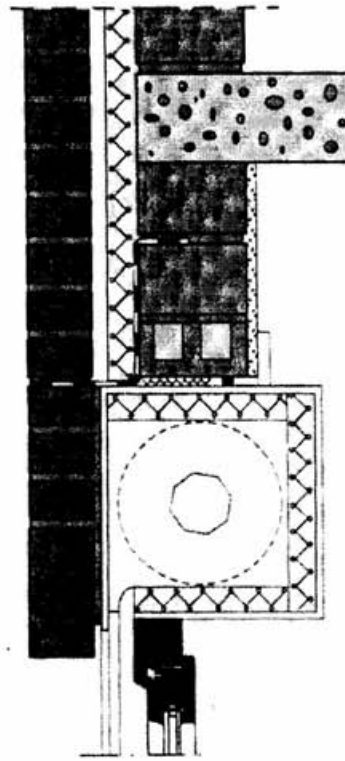
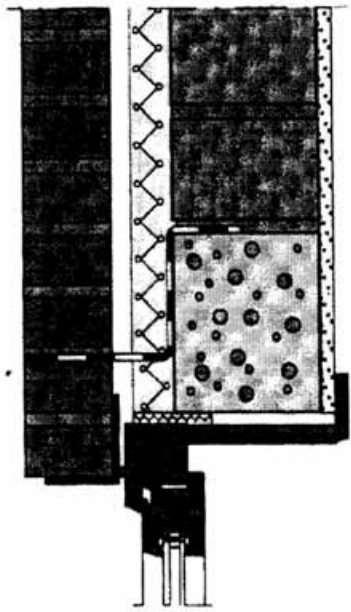


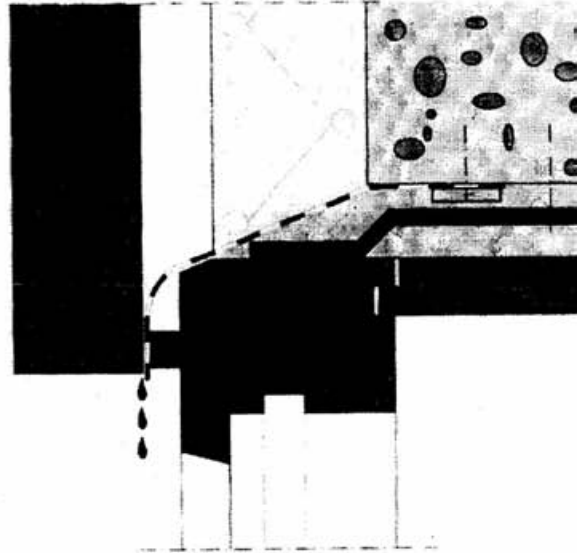
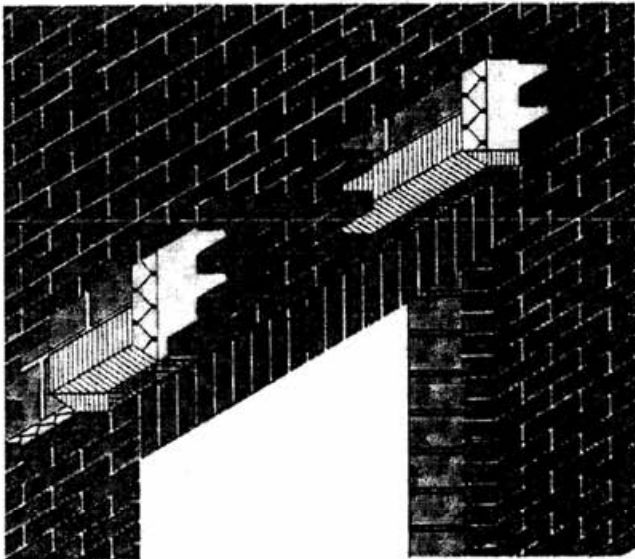
figure 1

figure 2

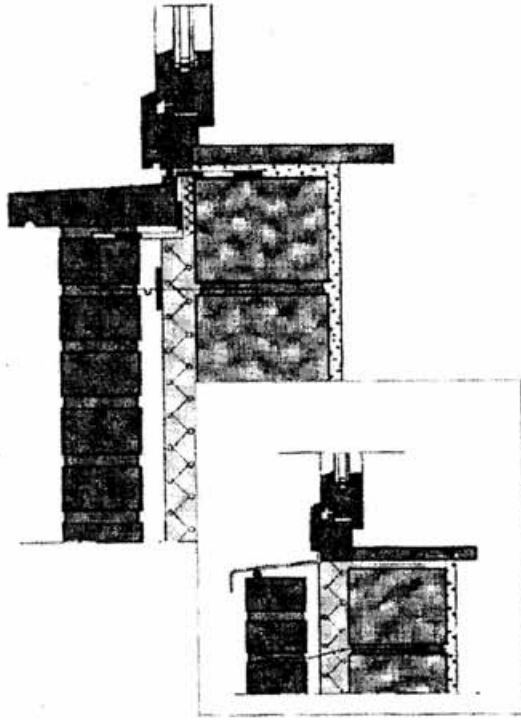
Coupes verticales sur baies



Linteaux



Membrane d'étanchéité en linteau



Appui de fenêtre

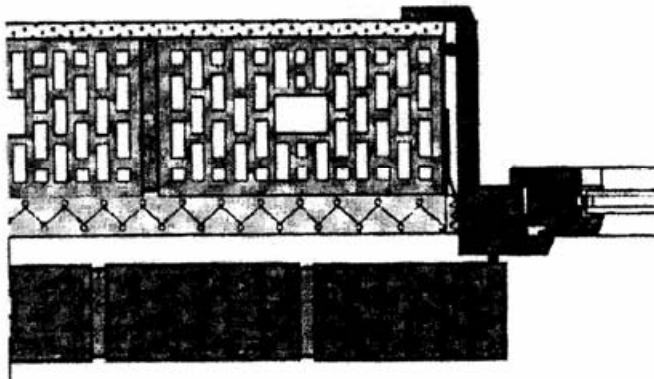
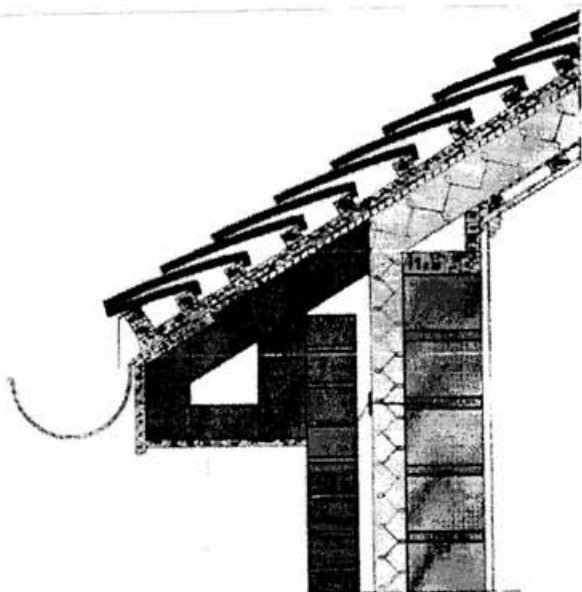
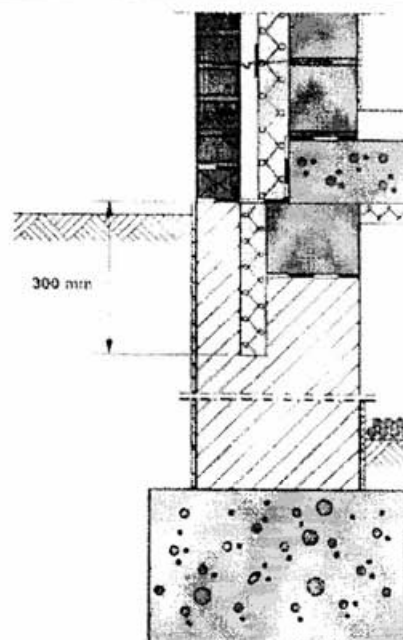
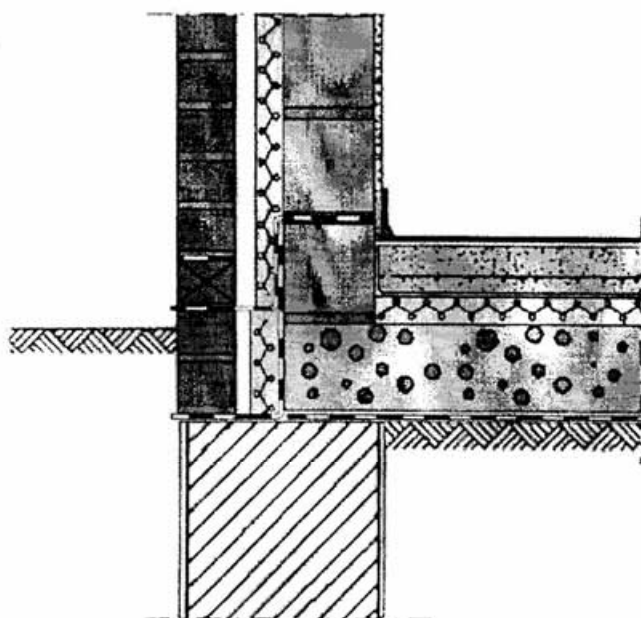


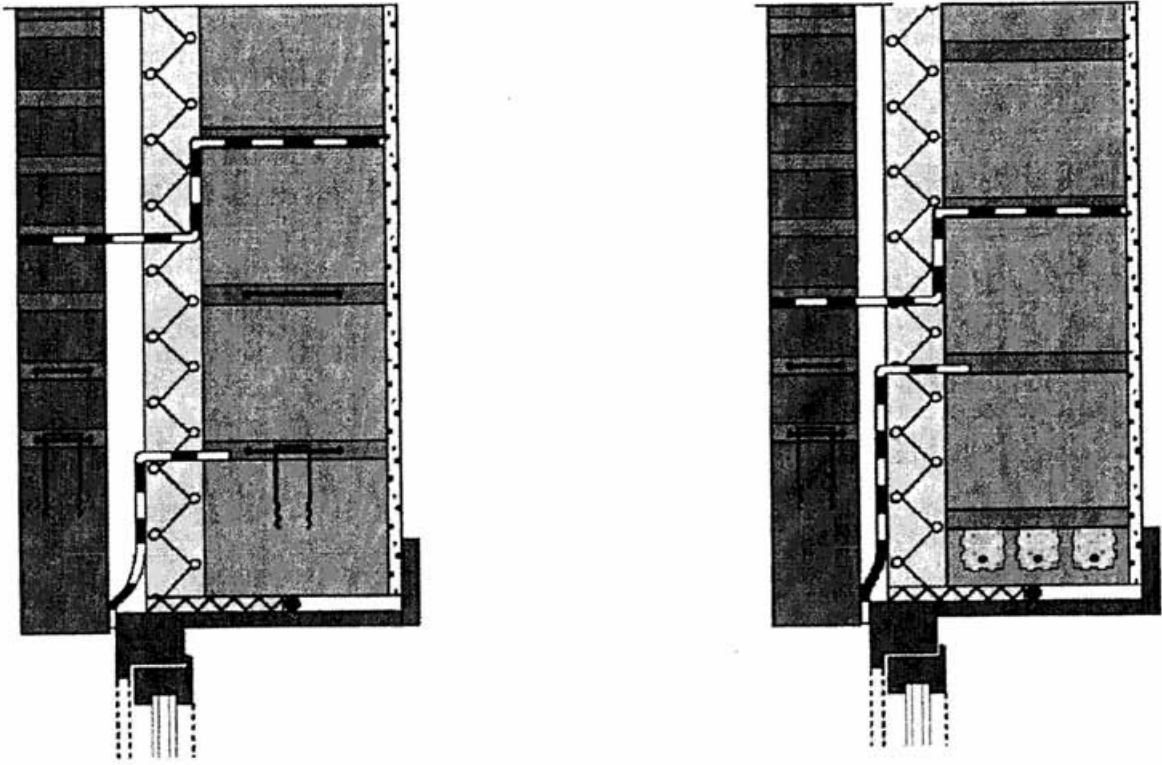
Tableau de fenêtre



Raccord avec une toiture en pente



Raccord avec la fondation



Maçonnerie armée

